

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DO MUNICÍPIO DE CRUZ ALTA, RS.

Autor: JULIO CEZAR FERREIRA GOMES

Orientador: JOSÉ LUIZ SILVÉRIO DA SILVA

UFSM/CCNE/DEPARTAMENTO GEOCIÊNCIAS/ CT/ DEP. ENG. CIVIL SANEAMENTO AMBIENTAL silverio@base.Ufsm.br

Colaborador: SAULO VICHARA BERRO/ Acadêmico do Curso de Licenciatura em Geografia

RESUMO

A fase inicial buscou-se os trabalhos pré-existentes na região. Foram coletados os dados de 6 poços subterrâneos existentes no município de Cruz Alta. Primeiro buscou-se dados pré-existentes, cadastrados pela CPRM (SIAGAS), disponibilizados na Internet, e também identificar as potenciais fontes poluidoras como os poços de combustíveis, cemitério, contaminação de solo por pentaclorofenol. Montou-se um banco de dados no Programa Microsoft Excel, com coordenadas em Sistema de Informações Geográficas, e coletas de coordenadas dos principais pontos potenciais de contaminação. Utilizou-se a Metodologia *GOD*, de Foster e Hirata, **G** indica o grau de confinamento, o **O** a ocorrência do estrato suprajacente, tipos litológicos e seu grau de consolidação, e o **D**, indica a profundidade do nível freático do poço tubular considerado. A classe de vulnerabilidade natural do aquífero é obtida pelo produto dos três parâmetros. Foram simulados seis poços tubulares, com coordenadas e informações completas com uso do Programa SURFER 6.0, obtendo-se através do método da *Krigagem* a interpolação matemática dos valores dos parâmetros avaliados; profundidade dos poços, altitude do poço, a superfície potenciométrica e o índice de vulnerabilidade. Obteve-se como resultado para 4 poços, cobrindo a maior área avaliada na classe alta, representando 67% do total merecendo cuidados. Também foram obtidos dois poços tubulares na classe média, representando 33% da área total avaliada, situados ao Sul do cartograma.

INTRODUÇÃO

Os diferentes usos das águas superficiais estão poluindo os recursos naturais, pela ação antrópica, devido a impactos ambientais, através do uso incorreto dos ecossistemas, pelo crescimento populacional e desenvolvimento acelerado da industrialização no mundo todo. Já a água subterrânea é uma alternativa de baixo custo e não poluída, fonte alternativa para uma qualidade de vida melhor. O município de Cruz Alta, RS, situa-se na região do Planalto Meridional Brasileiro ou na Bacia Intracratônica do Paraná, tendo com atividade econômica principal a agricultura de soja, milho, trigo, com uso diverso de agroquímicos. Neste contexto vivem 68.784 pessoas, sendo 62.481 vivem na área urbana e apenas 6.303 na área rural, (IBGE 2000).

Utilizou-se de técnicas de geoprocessamento em Sistema de Informações Geográficas (SIG), para a avaliação da distribuição espacial dos poços, visando ampliar o nível de conhecimento sobre os recursos hídricos subterrâneos, situação e proteção futura destes mananciais. Para tanto, tem-se o objetivo geral fazer um levantamento dos dados dos poços existentes no município, analisar as características litológicas buscando-se caracterizar suas potencialidades e vulnerabilidade natural, baseados em informações pré-existentes em laudos de dados de empresas privadas, estaduais, municipais, federais e/ou autarquias.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Região situa-se no Planalto Médio distanciado 300 km Nw. Pretende-se contribuir com esta pesquisa para a gestão integrada de Bacias Hidrográficas, visando o correto uso do solo. A vegetação originária predomina campos rasteiros, com matas de galeria e capões isolados. Está localizada ao norte do Estado do Rio Grande do Sul, distando 340 km de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, fazendo limite ao Norte com Pejuçara e Santa Bárbara do Sul, ao Sul com Tupanciretã, ao Leste com Fortaleza dos Valos, Ibirubá, Quinze de Novembro e Boa Vista do Incra e ao Oeste, com Boa Vista do Cadeado, (IBGE 2000). A Bacia Hidrográfica, de acordo com (Rocha, 2000), é a unidade ambiental que drena as águas das chuvas para um curso principal com vazão efluente (saída) desaguando no mar ou em um grande lago. No Rio Grande do Sul, segundo a Legislação de Recursos Hídricos do RS, está dividido em três grandes regiões hidrográficas que são: **G** – Região Hidrográfica do Guaíba; **U** – Região Hidrográfica do Uruguai; **L** – Região Hidrográfica do Litoral. Esta se subdivide em vinte e quatro (24) bacias hidrográficas (Pró-Guaíba, 2003, <http://www.sema.rs.gov.br>).

O município de Cruz Alta, RS, pertence à Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, a qual forma a Região Hidrográfica **G-50**, ilustrada na Figura 1. Destes 54% pertencem a Região Hidrográfica Guaíba (**G**) e 46% pertencem a Região Hidrográfica do Uruguai (**U**). A posição geográfica do município de Cruz Alta é de 28° 38' 19" de latitude Sul e 53° 36' 23" de longitude Oeste de Greenwich, com uma área de 1.360,37 km² (IBGE 2002) e possuindo os seguintes municípios limítrofes em 2002, são ao Norte: Pejuçara e Santa Bárbara do Sul; ao Sul, Tupanciretã; a Leste: Ibirubá, Quinze de Novembro, Fortaleza dos Valos e Boa Vista do Incra e a Oeste: Boa Vista do Cadeado.

Buscando-se conhecer melhor as potencialidades das águas subterrâneas, indica o mapa das Províncias hidrogeológicas do Brasil, possui dez, sendo que Cruz Alta pertence à Província Paraná, na porção que se encontra no território brasileiro perfaz cerca de 1.000.000km² e abrange oito (8) estados: Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina e Mato Grosso e é considerada hoje, a mais importante província hidrológica do Brasil, em função de sua aptidão em armazenar e liberar grandes quantidades de água, e pelo fato de se encontrar nas proximidades das regiões relativamente mais povoadas e, economicamente mais desenvolvida do país, além de possuir o maior volume de água doce em subsuperfície, com reserva estimada de 50,40 x 10³ km³ de água, (ABAS, 2003). Trata-se de uma bacia intracratônica de forma elíptica, com eixo maior de direção NE-SW, formada por rochas de natureza litológica predominantemente cárstica, que datam desde o Siluriano até o cretáceo Superior. Do ponto de vista hidrogeológico, as formações mais importantes dessa Província são as Triássicas-Jurássicas e Cretáceas da Bacia do Paraná; as mesmas encontram-se separadas por um pacote basáltico de grande extensão lateral. Os depósitos Triássicos formam um aquífero de dimensões continentais, o aquífero Botucatu ou Tacuarembó no Uruguai e Misiones no Paraguai, o qual representa 80% do potencial hidrogeológico total da bacia. A área em estudo encontra-se entre coordenadas: Latitude de 28° 39' e na Longitude de 53° 36'W de Greenwich, com uma área de 2.470,9 km². O município encontra-se no início da região denominada Planalto Médio que inicia e se eleva da parte central do Rio Grande do Sul para o Nordeste. Nesta região as altitudes médias dos poços tubulares encontram-se na faixa de 400 até 460m.

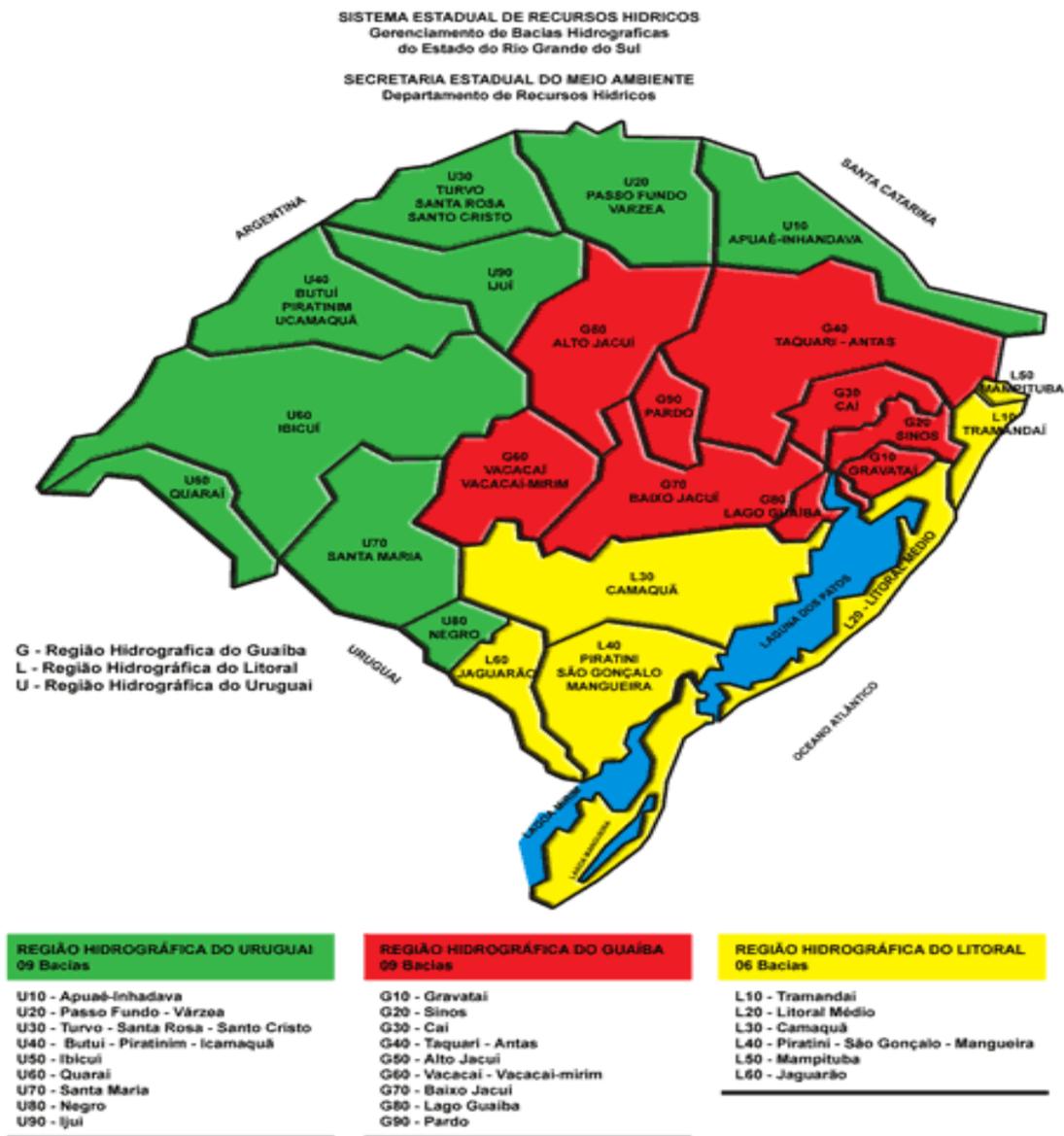


FIGURA 1: Regiões Hidrográficas e Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul

FONTE: <http://www.sema.rs.gov.br/sema/jsp/index.jsp>

A rede hidrográfica da região é bem servida e os principais cursos d'água são: Rio Conceição, Rio Ingaí, Rio Ivaí e Rio Potiribú, pertencentes à Região Hidrográfica do Rio Uruguai (U), (SEMA, 2003). Em relação aos Conselhos Regionais de Desenvolvimento/COREDEs, Cruz Alta pertence à Região do Alto Jacuí com sede no próprio município. As formas de relevo são homogêneas retratadas de modo geral por colinas suaves, arredondadas, regionalmente conhecidas por coxilhas, esculpidas em rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral, além de Rochas Sedimentares em menores proporções correspondentes a Formação Tupanciretã. (IBGE, 1986). Os solos do município são preferencialmente Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho – escuro derivados de basalto, do arenito Botucatu e da mistura do arenito com basalto, dando a origem a Unidade de Mapeamento de Cruz Alta. São solos pobres com pequena reserva de nutrientes aproveitáveis pelas plantas. São ácidos com problemas de alumínio trocável. Estes solos são moderados a fortemente suscetíveis a erosão, podendo ocorrer voçoroca com uso contínuo e sem controle, (Plano Municipal, 2004).

A profundidade do lençol freático varia de 8 a 18 metros e até atingir a rocha vulcânica na faixa de 30 a 35 metros de profundidade, de acordo com informação verbal (Lincon, 2004). A vegetação

predominante é de campos, junto aos arroios aparecem matas em galerias formadas por diversas essências vegetais e em algumas áreas ocorre o pinheiro, indicando que a vegetação fosse mata subtropical com araucárias, (Brasil, 1973).

O clima é subtropical com temperatura oscilando em Centígrados, entre a máxima de 35,6 °C e a mínima de -1,6 °C, é uma região fria, sendo freqüente as geadas e nevoeiros no inverno, a precipitação pluviométrica em média de 1600 mm, ocorrendo com maior freqüência entre maio e agosto. A evapotranspiração potencial de acordo com (Hausman, 1995), situa-se na faixa de 800 a 900 mm/ano. Portanto tem-se um balanço hídrico positivo, devendo infiltrar para os aquíferos profundos entre 1 até 3% da precipitação anual. Estima-se assim que entre 16 e 48 mm infiltram como recarga direta, oriunda das águas das chuvas, de acordo com Gregorashuk (2001).

Segundo dados preliminares do IBGE referentes ao Censo de 2000, o município de Cruz Alta possui 68.794 habitantes, não considerando sua população flutuante, ou seja, pessoas que vem para estudar ou buscar atendimento nos mais diversos setores, em especial na área da saúde, ilustrados no Quadro 1.

Quadro 1-Incremento da População (IBGE entre 1960-2000)

CENSOS	TOTAL	HOMENS	MULHERES
1960	48.932	24.272	24.660
1970	57.930	28.395	29.535
1980	66.171	32.039	34.132
1991	68.793	32.895	35.898
1996	71.135	34.151	36.984
2000	71.234	34.013	37.221
2000*	68.794	32.908	35.886

FONTE: IBGE Censo Demográfico 1960, 1970, 1980, 1991.

Contagem Populacional 1996 e Censo Demográfico 2000.

*2000 – Já separada a população Cadeado e Boa Vista do Incra

O Município de Cruz Alta é considerado um divisor de águas que convergem no lado Leste para o Rio Jacuí e no lado Oeste, para o Rio Uruguai. Os cursos de águas superficiais do município estão hierarquizados no conjunto da rede e das sub-bacias, sendo designados genericamente de rios, arroio, sangas e lajeados, sem que para eles seja possível uma conceituação rigorosa. Em resumo, os conceitos de rio, arroio e sanga devem ser ordenados segundo a posição hierárquica dos canais de escoamento de água nas bacias hidrográficas. A cartografia municipal registra somente quatro classificações de cursos de águas fluviais. O Lajeado da Cruz, situado ao Sul do Município, junto a BR-158, abastece cerca de 95% e os 5% restantes, são oriundos de três poços tubulares em funcionamento, que servem como fonte de abastecimento pela Companhia Riograndense de Saneamento de Cruz Alta, RS. O quadro 2 ilustra os principais cursos d'água do Município.

Quadro 2 Principais os cursos de água no município de Cruz Alta

RIO	ARROIO	LAJEADO	SANGA
Ivaí	São Lourenço	Lajeado da Cruz	Tubipi
Conceição	Anhapi	Da Conga	Guamirim
Ingaí	Urupu		Araçá
Potiribú	Panelinha		Raiman
Cambará	Garibaldi		
	Jaciranda		

	Sararangova		
	Itapevi		
	Pinheiro		
	Dos Alemães		
	Batú		
	Silvestre		
	Angu		
	Guariti		
	Jaguaruna		
	Papagayo		
	Caracatu		
	Do Meio		
	Do Tigre		
	Bonito		

Fonte: Mapa do Município de Cruz Alta – 1990 – Escala:1: 100.000

Salienta-se que o Rio Potiribu, da Bacia Hidrográfica U-90 Ijuí, tem uma Pequena Central Hidrelétrica, que gera energia para a CERILUZ, empresa Municipal. Outros usos da água são os pivôs centrais na irrigação de culturas agrícolas, com uso intensivo dos recursos naturais poderá ocorrer salinização e também através da fertirrigação poderá ocorrer problemas com contaminação das águas subterrâneas.

Salienta-se que os esgotos do município são tratados em cerca de 95% de acordo com a Companhia Riograndense de Saneamento, mas de acordo com o Plano Ambiental apenas 25% são tratados. A Estação de Tratamento de Esgoto/(ETE) localiza-se ao Norte podendo haver alguma contaminação dos recursos hídricos subterrâneos.

No Brasil, destaca-se ainda a criação da Câmara Técnica Permanente de Águas Subterrâneas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, a aprovação da Resolução CNRH N° 15, de janeiro de 2001, que trata das diretrizes para inserção das águas subterrâneas na gestão integrada das águas e o Programa de Águas Subterrâneas, (<http://www.ana.Resoluções.gov.br/Resoluções/http>).

No município de Cruz Alta ocorrem em seu subsolo dois importantes aquíferos, sendo um deles na superfície **Aquífero Serra Geral** e outro somente ocorre em profundidades provavelmente superiores a 1.000m, **Aquífero Guarani**.

Aquífero Serra Geral: a sua importância Hidrogeológica decorre da elevada explotabilidade das suas zonas aquíferas, através de poços tubulares e fontes, sendo utilizado para o consumo humano, industrial e agropecuária, cuja vazão varia entre 1 e 150 m³/h. Dentro deste contexto o sistema aquífero Serra Geral constitui, pela sua extensão e modo de ocorrência, uma importante unidade hidrogeológica. A expressão regional de seu domínio, em termos de superfície e profundidade, e as condições de armazenamento e circulação da água subterrânea lhe conferem propriedades hidrogeológicas distintas e de grande interesse econômico, uma vez que todos os poços tubulares fazem uso de sua água (ABAS 2004).

Aquífero Guarani: é um aquífero com grande potencial inexplorado dentro dos limites do município de Cruz Alta, confinado por uma seqüência de derrames de rochas vulcânicas Formação Serra Geral, com aproximadamente 700 metros de espessura. Suas águas são de excelente qualidade

termalizadas e salienta-se que o poço tubular do Frigorífico Prenda no município de Santa Rosa na profundidade de 1200m atingiu o Aquífero Guarani, Sua condição é confinada, as águas tem temperatura mais ou menos 35°C e são usadas com insumos de carnes.

METODOLOGIA

Com relação aos dados dos poços subterrâneos existentes no município, primeiro buscou-se dados pré-existentes, cadastrados pela Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais/ CPRM (SIAGAS), disponibilizados na Internet através do sítio (<http://www.cprm.gov.br>), com número de seis (06) poços da Companhia Riograndense de Saneamento/CORSAN com dezoito (18) poços (não cadastrados no SIAGAS), apenas cadastro em seus cadastros próprios, constando apenas o nome e endereço dos proprietários. Os postos de combustíveis todos possuem poços não cadastrados, nem mesmo junto a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), nem junto Departamento de Recursos Hídricos e Fundação Estadual de Proteção Ambiental/RS, apenas feito cadastro junto ao 2º Pelotão de Polícia Ambiental de Cruz Alta, RS, onde todos possuem lava jatos, onde os que se encontravam irregulares e sem licenciamento junto a FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental), foram notificados para apresentarem o devido licenciamento.

O trabalho de campo com coleta de coordenadas geográficas GPS Garmin 12 XL, utilizando UTM, SAD 69 South America 'DATUM', em pontos potenciais contaminantes.

Montou-se um banco de dados através de planilhas do programa Microsoft Excel, considerando diversos parâmetros hidrodinâmicos, descritos a seguir: Sigla do poço, profundidade (m), altitude (m), vazão (m³/h), tipo de aquífero, nome do aquífero, bacia hidrográfica, tipo de poço tubular escavado, coordenadas geográficas N e E, nível estático (m), nível dinâmico (m), físico químico, a condutividade elétrica (MS/cm), o Sólido Total Dissolvidos/(STD) e a superfície potenciométrica e Banco de dados dos proprietários.

A Superfície Potenciométrica foi obtida pela subtração do valor da altitude (obtida na boca do poço) em relação ao nível estático do poço em metros. Indica o peso da coluna d'água sobre um DATUM (nível médio do mar), e nos fornece a direção do fluxo subterrâneo e é traçada perpendicularmente às linhas de fluxo, do valor mais elevado para o valor mais baixo.

Método "GOD" com base em dados pré-existentes (Foster e Hirata, 1993 e Foster *et. al.* 2003), avaliado-se três níveis de parâmetros relativos a cada poço avaliado.

"G" – Grau de confinamento Hidráulico, indica se os estratos acima da zona saturada, formam aquíferos livres, freáticos, confinados, ou não confinados, semiconfinados, surgentes e não surgentes, tomando-se o máximo valor para a pior condição (1,0), isto é, aquíferos livres, por apresentarem maior facilidade de dispersão dos poluentes.

"O" – **Ocorrência** do Substrato Suprajacente, características litológicas, exemplo de rochas compactas formação ígneas, ou metamórficas antigas nota 0,6 a 0,7. Uma vez que todos os poços ocorrem em rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, muito antigas, mais ou menos 135.000.000 de anos, deu-se nota 0,7 por serem na área em estudo, maciças ou formando aquíferos fissurais, que podem estar interligados, facilitando a circulação e/ou difusão de águas subterrâneas contendo contaminantes.

"D" Distância do nível da água subterrânea (livre) ou até o nível do aquífero confinado (representado pelo nível estático). Para N.E. inferior a 5 metros a nota é de 0,9, porque existem mais chances das fissuras estarem interligadas e portanto espalharem os contaminantes, de outro lado poços com níveis estáticos profundos < 50m, a nota é 0,6. A partir da obtenção das três notas, multiplicam-se estes valores entre si, obtendo-se o índice de vulnerabilidade, distribuído nas seguintes classes: 0 – 0,1 = desprezível; 0,2 - 0,3= baixa; 0,4 - 0,5= média; 0,5 - 0,6= alta e 0,7 - 1,0= extrema

A base cartográfica foi obtida a partir da carta topográfica de Cruz Alta, escala 1: 250.000, SH-22-V-A, do Serviço Geográfico do Exército DSG do ano de 1984, de onde se extraiu a altitude dos pontos de contaminantes, simulou-se:

- 1- Altitude(m)

- 2- Superfície Potenciométrica – direção fluxo subterrâneo
- 3- Vazão
- 4- Índice de vulnerabilidade
- 5- Pontos potenciais de contaminação

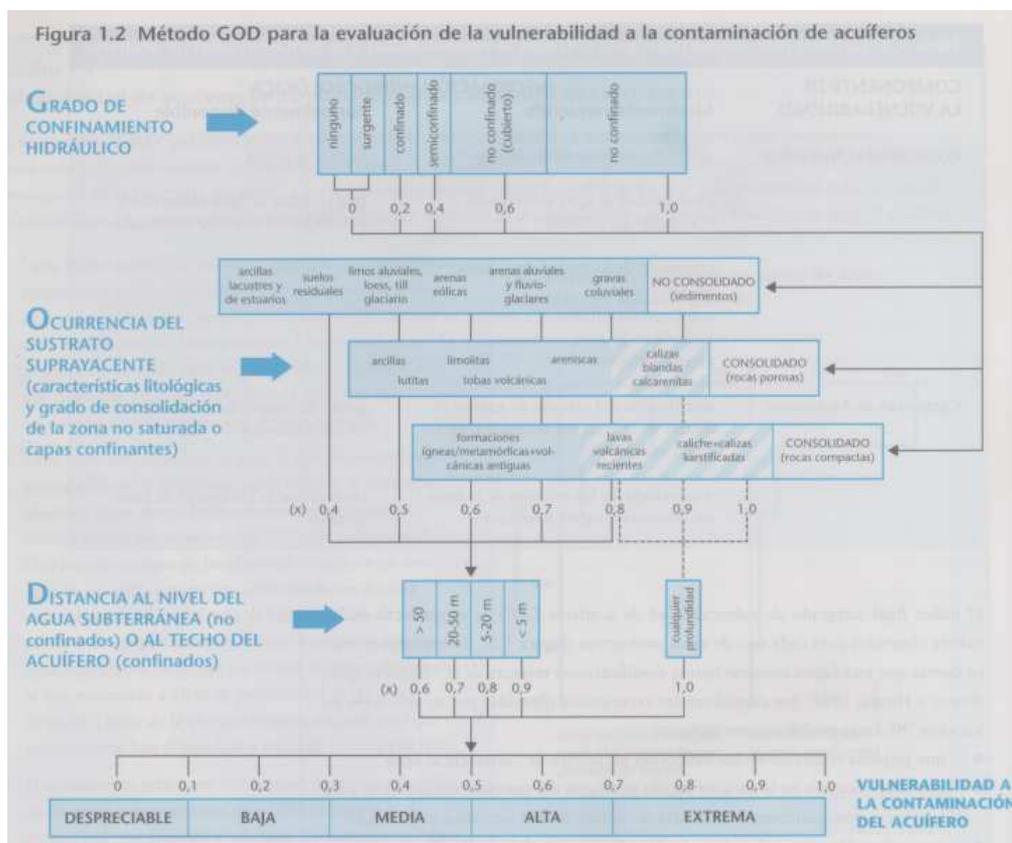


FIGURA 2: Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade natural do aquífero
 Fonte: (FOSTER, 1987) apud FOSTER & HIRATA, (1993).

Utilização do Programa SURFER 6.0 para a distribuição espacial das informações em SIG, que utiliza a *krigagem*, método matemático que interpola os isovalores em cartogramas, foi obtida a Superfície Potenciométrica e o Índice de Vulnerabilidade.

Existem vários métodos de avaliação da vulnerabilidade natural, escolheu-se o método `GOD`, porque utiliza dados pré-existentes.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A utilização da terra nas mais diversas atividades, tanto nas áreas rurais como nas urbanizadas, tem como efeito à alteração da quantidade e da qualidade das águas. Em termos gerais o quadro abaixo faz as relações entre as atividades (usos) e efeitos sobre as disponibilidades hídricas, ilustradas no Quadro 3.

Quadro 3 – Usos do Solo e sua relação com o subsolo.

Agente modificador	Atuação	Efeito	Resultado nas águas
Técnicas agropecuárias	Preparo do solo, plantio, tratos culturais	Erosão, Contaminação	Assoreamento Qualidade Química Qualidade Biológica

Técnicas Industriais	Produtos químicos Temperatura	Contaminação	Qualidade física, Química, Biológica
População	Esgoto	Contaminação	
	Lixo	Contaminação	chorume
	Intensificação de consumo de água	Químico-biológico	Assoreamento Qualidade Química Qualidade Biológica Qualidade física

Fonte: Secretaria Plano Municipal de Cruz Alta SEPLAN, RS (2004):

A seguir descrevem - se os principais pontos potenciais de contaminação, ilustrando alguns resultados obtidos, no Quadro 4:

Quadro 4- Localização dos pontos potenciais de contaminações, coordenadas **GPS**.

Pontos de contaminação	COORDENADA (N)	COORDENADA (E)
Lixão	6817397	0243624
Cemitério (centro)	6830155	0244905
Cemitério Jardim Sossego	6826226	0244915
Pentaclorofenol	6819968	0242600
Posto Azeredo	6818825	0246405
Posto Pampeano	6823869	0245990
Posto do Valdir	6827758	0246944
Posto da Cuia	6828384	0246505
Posto Panelinha	6828819	0245646
Lajeado da Cruz	6823126	0251645

Durante os trabalhos de campo observou-se uma serie de aspectos descritos a seguir. Assoreamento constatado visualmente ao longo do percurso dos rios, arroios e sangas tanto urbanas quanto rurais. Ao longo do perímetro urbano, constata-se a deposição de lixo doméstico, pneus, plásticos, papéis e outros materiais, principalmente em locais próximos às residências, indústrias e estabelecimentos comerciais nas margens e no leito de sangas e arroios. Em alguns pontos evidenciam-se as atividades de pesca, por moradores das proximidades. A disposição dos esgotos é a céu aberto, existem até mesmo ligações clandestinas que desembocam no esgoto pluvial. Em alguns pontos a área de lavoura invade os limites de preservação permanente dos rios, arroios e sangas, aumentando a possibilidade de lixiviação de produtos químicos, bem como outros tipos de matéria orgânica e inorgânica que podem afetar as condições da água superficial e por infiltração contaminar as subterrâneas, já que os aquíferos são fraturados, não exercem um poder de atenuação e ainda podem estar interligadas hidraulicamente. A situação local não diverge muito da realidade do Estado. Os rios, arroios e sangas, especialmente estes dois últimos encontram-se significativamente comprometidos no que tange a qualidade de suas águas devido ao aporte de efluentes de origem doméstica, industrial e agrícola. Frente à inexistência do serviço de tratamento de esgotos, a níveis satisfatórios que atendam as necessidades de Cruz Alta, as ações de esgotamento sanitário são improvisadas, sem qualquer rigor técnico na sua concepção e

implantação, e ainda com a mais absoluta falta de operacionalização, levando a ineficiência e ineficácia destas iniciativas frente ao problema que pretende resolver. Estas formas de esgotamento se caracterizam por soluções do tipo fossa-sumidouro ou pela ligação direta do ramal domiciliar a rede de drenagem pluvial. Diante deste quadro, surgem providências no sentido de implantar um sistema de esgotamento e tratamento sanitário pela empresa concessionário destes serviços Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), pois somente 25% do esgoto de Cruz Alta é tratado. Portanto tanto um estudo futuro junto com a Vigilância Sanitária Municipal deverá avaliar os níveis de contaminação com coliformes fecais em poços escavados, não tratados neste artigo devido à inexistência de informações cadastrais. Dentre as atividades econômicas do município, destaca-se a agricultura de soja, milho e do trigo, com 224.094 hectares, onde a utilização de agroquímicos também é um fator de preocupação inclusive pelos técnicos, principalmente herbicida de ingrediente ativo *glyphosate* do grupo químico derivado de glicina, com oito grupos comerciais, tais como: *Direct, Glifosato Agripec, Glifosato Nortox, Glion, Rodeo, Round up, Trop, Touchdown e Zapp*, que são usados para dessecação e controle de invasoras e na soja transgênica. Portanto são fontes de contaminação potenciais difusas e podem contaminar os aquíferos, pois são usados em grande escala. O Sistema de Plantio direto é uma das práticas que vem a amenizar o problema da erosão, mas gerando uma preocupação com os resíduos de agroquímicos que ficam na palhada ou resteva. Dentre as principais fontes potenciais de poluição na área urbana tem-se os postos de combustíveis, a disposição de chorume (lixões, necrochorumes), resíduos de agrotóxicos, outros. Os postos de combustíveis em quantidade de 18 postos, sendo que todos possuem poços tubulares e que nenhum destes estão legalizados ambientalmente, sem Licença dos órgãos Ambientais do Departamento de Recursos Hídricos e Fundação Estadual de Proteção Ambiental, para o uso das águas subterrâneas, e com lavagem. Tem disposição de resíduos – lava jato. No Município existem dois cemitérios os que também suscetíveis devido à geração de necro-chorume. De acordo com Sobrinho (2002) O necro - chorume é um líquido humoroso liberado em quantidades equivalentes a 0,601/kg, o que corresponde a 30 a 40 litros para um cadáver com peso médio de 70 kg. A geração desses líquidos se dá no período humoroso do fenômeno putrefativo, e ocorre de forma intermitente e mais significativa durante os primeiros 5 a 8 meses de sepultamento. Esses líquidos têm coloração castanha – acidentada, odor forte e desagradável. É constituído de 60 % da sua fração por água, 30 % por sais minerais e 10 % por substâncias complexas, como putrescina e cadavérica. Tendo em vista o risco de contaminação microbiológica, a construção de cemitérios em meio urbano deve levar em conta basicamente três fatores: a profundidade do nível de d'água, a capacidade do solo de reter microorganismos e a topografia. O município de Cruz Alta possui dois (02) cemitérios e que não existe cremação, sendo que um deles localiza-se bem no centro da cidade, sendo um dos pontos de grande vulnerabilidade de contaminação. O depósito de resíduos sólidos ainda é a céu aberto. Após uma vistoria do 2º Pelotão Ambiental foram tomadas algumas medidas mitigadoras na área onde são depositados os resíduos sólidos urbanos do município de Cruz Alta. Foram executadas algumas medidas de remediação do mesmo, como a execução de terraceamento ou seja a construção de valetas em volta e nas partes mais altas do local onde são depositados os resíduos sólidos, os quais permitem o desvio, o escoamento superficial e a contenção das águas pluviais, possibilitando desta forma a condução das mesmas, que anteriormente eram escoadas para o interior dos resíduos sólidos, para níveis mais baixo do terreno, executando a sua drenagem para fora do depósito, portanto gerando chorume. Na área em questão foram colocadas 02 (duas) placas indicativas de proibição da entrada de pessoas estranhas ao local, sendo que uma destas placas está na entrada de acesso ao local de descarga, onde está instalado o posto de vigilância e uma outra placa junto ao local propriamente dita, de lixo, que informa que o depósito está em processo de remediação. Não há monitoramento em poços ou piezômetros, o local onde se encontra o depósito de lixo não é licenciado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental. Na porteira de entrada trabalha um funcionário da Cidusa que executa a identificação das pessoas e veículos que pretendem adentrar ao local do depósito. As pessoas que executam a separação de materiais para serem reciclados continuam trabalhando no local, porém agora estão utilizando equipamentos de proteção individual – EPI, como botas de borracha e luvas de couro. Realizada vistoria nas

proximidades do depósito de resíduos sólidos, constatou-se que na parte da frente do depósito existe um curso d'água com largura variando entre 1 e 2 metros e que está localizado na distância entre 50 e 80 metros do lixão, e devido ao declive do terreno, passa por um banhado e deságua em outro curso d'água, com vazão superior que está localizado nas Coordenadas Geográficas E 247984, N 68816630 e Meridiano Central 51, estando a mais ou menos uns 800 metros abaixo do lixo depositado. O depósito de resíduos sólidos urbanos do município está localizado nas Coordenadas Geográficas E 243624, N 6817397 E Meridiano Central 51 de *Greenwich*. Que fica no sentido Cruz Alta a Santa Maria lado esquerdo da BR-158, na localidade de Três Capões, no interior do município de Cruz Alta. O cartograma de superfície. Potenciométrica nos indica a posição da coluna d'água e que pela posição onde se encontra há fortes indícios de contaminação, pois se encontra em direção Leste exatamente no sentido da sopra. Potenciométrica, (Figura 3). Estas medidas de remediação do lixão que foram implementadas no ano de 2002, minimizaram em muito os impactos sanitários e ambientais, porém muitas outras ainda precisam ser adotadas, tais como: o movimento e conformação do lixo, a colocação de cerca de arame, delimitando a área de disposição final, limpeza da área de domínio, drenagem de gases e chorume da massa de lixo, coleta e tratamento de gases e chorume, cuidados para evitar a contaminação do lençol freático, com geomembrana de isolamento, arborização em torno da área, através da revegetação e a cobertura definitiva dos resíduos, com terra argilosa a cada final de jornada de trabalho para diminuir a infiltração. Outro problema de contaminação potencial do subsolo relaciona-se a um dos componentes químicos que era usado pela empresa América Latina Logística (ALL) para tratamento de dormentes que se encontrava sobre o solo sem nenhum cuidado. O Pentaclorofenol (PCF), é usado como inseticida e como herbicida, bem como fungicida, com grande aplicação como conservante de madeira. A poluição foi definida como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas das águas e que possa importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem estar das populações e ainda comprometer a sua utilização para fins agrícolas, industriais, comerciais, recreativos e principalmente a existência normal da fauna aquática, (Relatório Ambiental 2º Pelotão Ambiental Nr 068/02, 10 pg). A Lei de Política Nacional do Meio Ambiente dá uma abrangente definição de poluição, como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Também define como poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental.

No conceito são protegidos o homem e sua comunidade, o patrimônio público e privado, o lazer e o desenvolvimento econômico através das diferentes atividades, a flora e a fauna, a paisagem e os monumentos naturais, inclusive, os arredores naturais desses monumentos, que encontram também proteção constitucional.

Em último lugar considera-se como poluição o lançamento de materiais ou de energia com inobservância dos padrões ambientais estabelecidos. Essa colocação topográfica da alínea é importante: pode haver poluição ainda que se observem os padrões ambientais. A desobediência aos padrões constitui ato poluidor, mas pode ocorrer que, mesmo com a observância dos mesmos, ocorram os danos previstos nas quatro alíneas anteriores, o que, também, caracteriza a poluição com a implicação jurídica daí decorrente.

“Art.4º”. De acordo como cita o (Manual de Policiamento Ambiental, ano 1996, 252p).

VII – Á imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos. A legislação estadual, como a municipal, pode ampliar o conceito de poluição, mas serão de nenhum efeito se restringirem ou diminuïrem o espaço da proteção legal dada pela conceituaçãõ federal.

No nosso Estado a Lei Estadual nº 9.921, de 27 de julho de 1993, dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º, da Constituição Estadual do Estado e dá outras providências, no seu artigo 8º diz *in verbis*:

“ Art. 8º - A coleta, o transporte, o tratamento, o processamento e a destinação final dos resíduos sólidos de estabelecimentos industriais, comerciais e de prestação de serviço, inclusive de saúde, são de responsabilidade da fonte geradora, independentemente da contratação de terceiros, de direito público ou privado, para execução de uma ou mais dessas atividades”.

A lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, em seu art. 54, caput, diz: “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora: pena – reclusão, de um a quatro anos, e multa”.

O crime abrange “poluição de qualquer natureza”: a poluição das águas interiores e do mar; da atmosfera; do solo; através dos resíduos domésticos, dos resíduos perigosos; a poluição sonora; a poluição mineral. Não é excessivo o espectro da locução “qualquer natureza”, pois para a consumação do delito é preciso mais do que poluir; é necessário poluir perigosamente ou causando dano.

Uma resposta eficaz ao desafio da poluição não dependerá somente de um quadro jurídico fixo, mas do entendimento franco e contínuo entre administradores e juristas, com o fim de realizarem conjuntamente os programas de interesse comum de preservação e melhoria da qualidade de vida. (Manual de Policiamento Ambiental, ano 1996, 252p).

A Figura 3, corresponde à altitude, cota dos poços distribuídos no Município, em relação ao nível do mar. Neste cartograma está representado a distribuição espacial dos poços de acordo com a altitude do terreno e fornece uma idéia do compartimento geomorfológico, dos quais observa-se que a faixa de variação da Superfície Potenciométrica foi de 380 a 437,57 m, indicando uma tendência na direção do fluxo de NE para SW, isto é, das Superfícies Potenciométricas mais elevadas para as mais baixas. O símbolo da cruz representa um ponto de referencia mais alta.

A profundidade dos poços variou entre 50 e 172 metros, todos na Formação Serra Geral, constituídas de rochas vulcânicas antigas, fraturadas. A altitude média tomada em cada poço, oscilou entre 400 e 460 metros. A faixa de variação da vazão foi de 5 a 36m³/h. A superfície potenciométrica variou de 380 até 437,57 metros, tendo direção preferencial para de NE para SW, indicando a direção do fluxo subterrâneo. Portanto salienta-se que todos os depósitos que forem executados neste setor merecem ser monitorados.

O cartograma da Figura 4 ilustra a espacialização do ponto de captação de águas superficiais no Lajeado da Cruz, pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), localizado no setor sudeste do cartograma. Também ilustra os pontos potenciais de contaminação em relação as suas altitudes. Notou-se que a captação (C no cartograma) de águas superficiais encontra-se na cota altimétrica mais baixa, 320m enquanto que o depósito de agrotóxico (D no cartograma) juntamente com o Lixão (L no cartograma) situa-se a Sul da cidade de Cruz Alta, na mesma cota altimétrica de 420m. Ilustraram-se também cinco postos de combustíveis, que tem lavagens de veículos, e se abastecem de águas subterrâneas através de poços não licenciados pelo Departamento de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul, órgão responsável pela outorga. Informa-se que a Prefeitura Municipal também ainda não conta com um cadastro de poços tubulares, sendo esta uma contribuição efetiva desta pesquisa, para o planejamento e disposição de resíduos na área urbana ou de expansão urbana. Portanto os cartogramas apresentados indicam que se deve ter atenção no licenciamento de atividades potencialmente contaminantes, pois isso implica na manutenção da qualidade das águas superficiais e/ou subterrâneas e conseqüentemente uma qualidade de vida melhor.

Superfície Potenciométrica

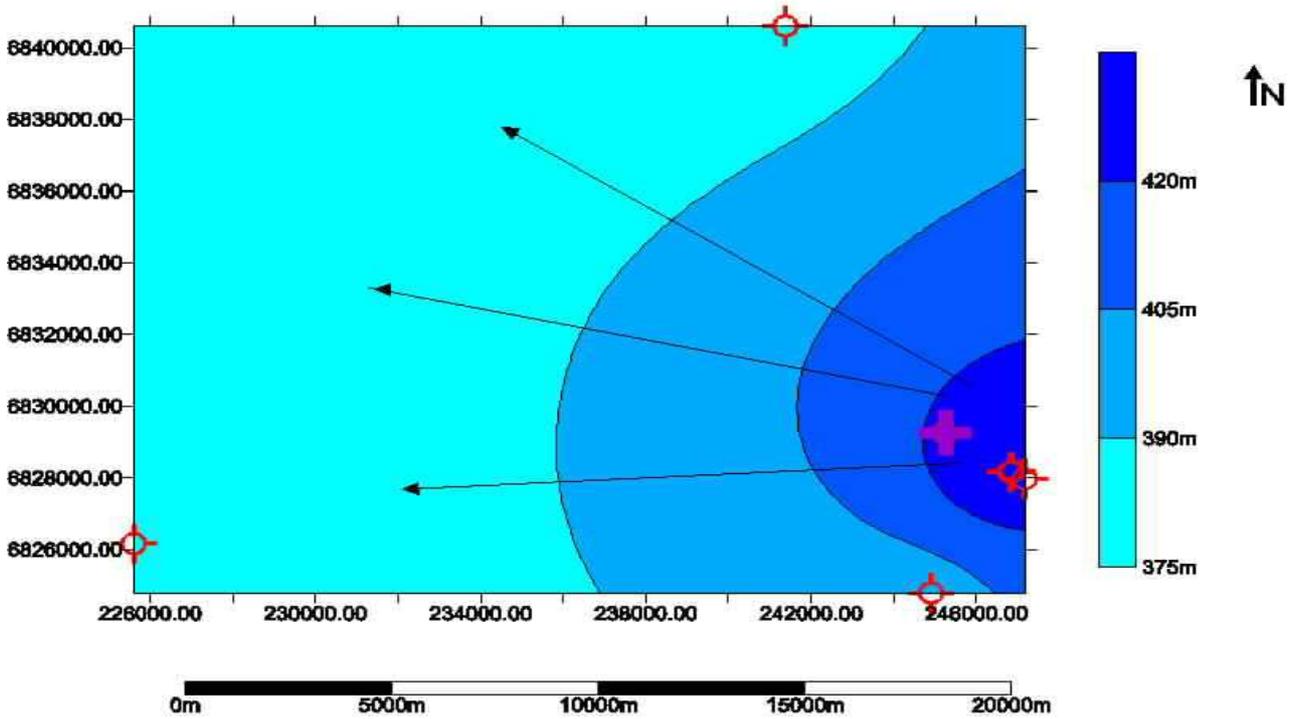


FIGURA 3: Distribuição dos poços segundo a superfície potenciométrica (m) no município de Cruz Alta-RS.

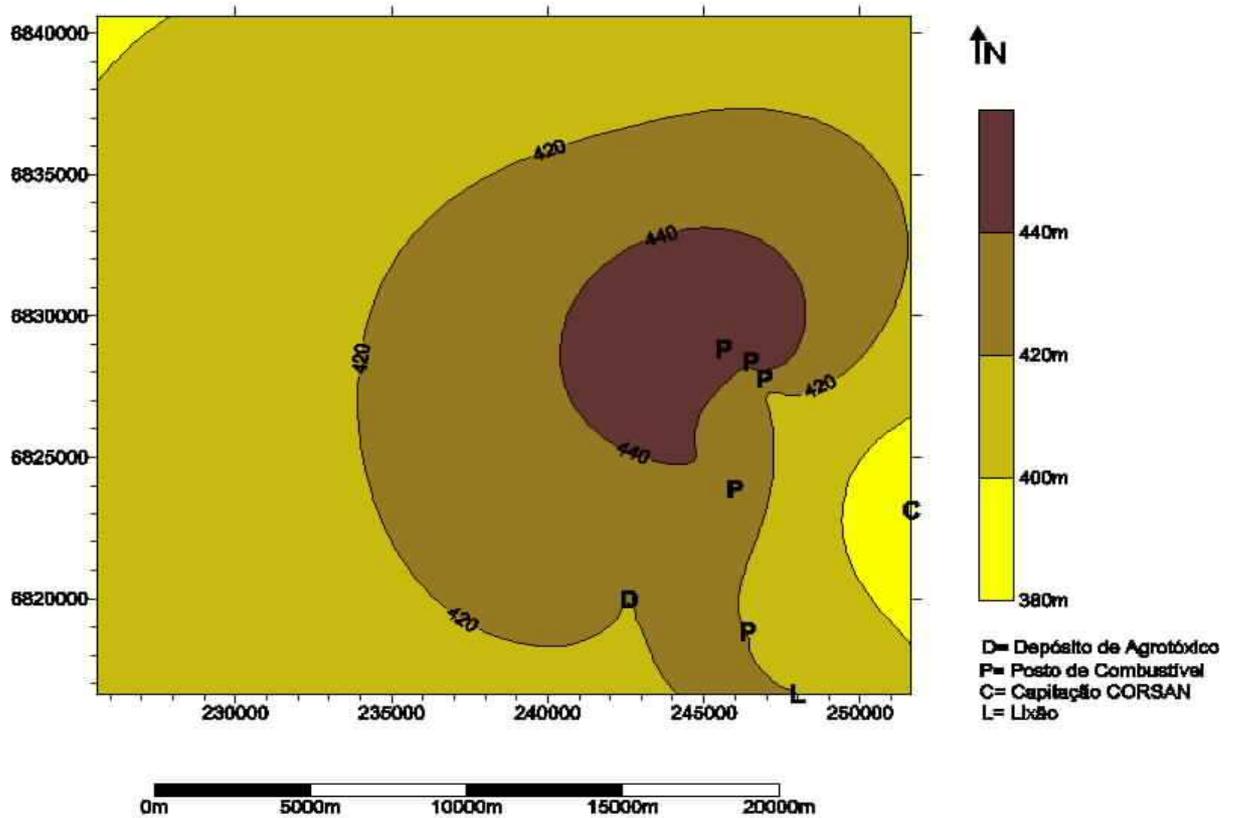


FIGURA 4: Distribuição dos Pontos Potencialmente Contaminantes no Município de Cruz Alta-RS.

No cartograma da Figura 5, são ilustradas as classes de vulnerabilidade natural para as águas subterrâneas do Município de Cruz Alta, utilizando a metodologia *GOD*, baseada em dados existentes.

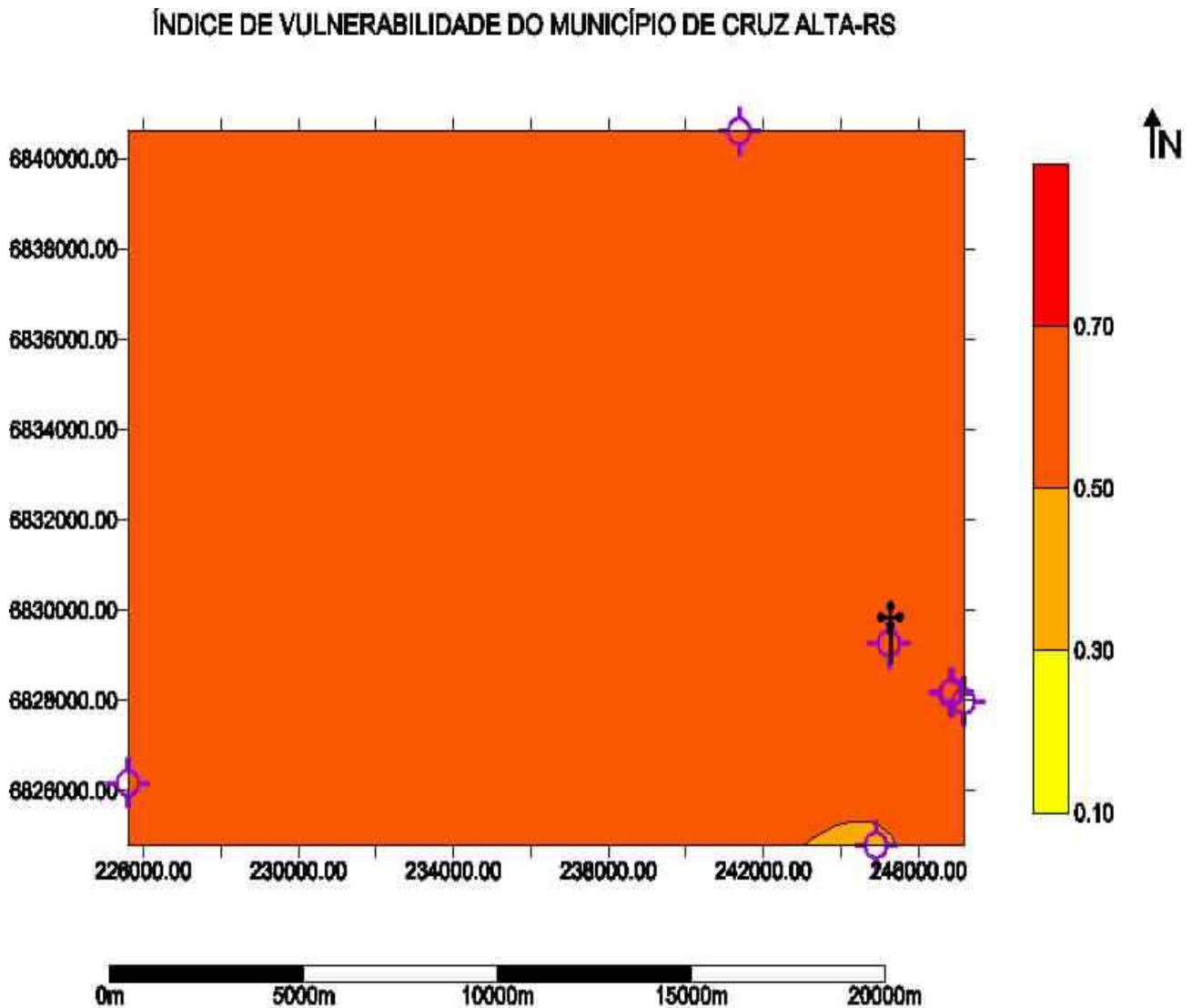


FIGURA 5- Classes de vulnerabilidade das águas subterrâneas de Cruz Alta.

Observando-se o cartograma o qual espacializa as áreas de maior ou menor vulnerabilidade no Município (Figura 5), nota-se que ocorreram três (3) classes mais significativas de vulnerabilidade, sendo que 67% da área total avaliada foram incluídos na classe alta e 2 poços, representando 33% da área avaliada, pertencem à classe média, localizados ao Sul do cartograma.

CONCLUSÕES

Através desta pesquisa, pelo método *GOD* e com o uso do programa *surfer 6.0*, pode-se monitorar as águas subterrâneas, saber qual o sentido do fluxo das águas subterrâneas e quais os pontos mais vulneráveis.

Em relação ao grau de vulnerabilidade natural dos aquíferos, pode-se inferir que o município, aparece com grande significância variando de médio a alto. Esse grau elevado de vulnerabilidade deve-se as formações geológicas vulcânicas fraturadas, nas quais está localizada a área de estudo, estas apresentam uma estrutura litológica com elevado grau de fraturas, desta forma, o risco de contaminação dos aquíferos se apresenta em graus elevados, pois pode difundir-se em grandes distâncias.

Apesar de que, no município, não existem atividades econômicas que podem poluir ou contaminar as águas subterrâneas de forma imediata, pelas quais uma das vantagens é o tipo de solo que é argiloso e pela granulométrica dificulta a infiltração de produtos que possam contaminar e que o próprio sistema plantio direto torna-se mais uma barreira positiva para preservar as águas, mas deve-se considerar que o risco de contaminação aumenta com o tempo, porém deve-se monitorar todos os pontos levantados tais como: Postos de combustíveis, depósitos de resíduos sólidos, cemitérios.

Este trabalho serve para espacializar uma determinada área e poder monitorá-la, pontos vulneráveis no caso de um empreendimento, e definir quais pontos merecem maiores cuidados.

O Município de Cruz Alta possui atividades voltadas para a preservação da natureza, pois é considerada o berço do Sistema Plantio Direto e também possui um Posto de Recebimento de Embalagens de Agrotóxicos, a ARACRUZ (Associação de Recebimento de Agroquímicos de Cruz Alta).

A sustentabilidade virá com a outorga dos poços subterrâneos que o Departamento de Recursos Hídricos/ DRH vem implantando no Estado do Rio Grande do Sul, mantendo-se um cadastro de usuários atualizado como preconiza o Código Estadual do Meio Ambiente 2000 (art.134).

BIBLIOGRAFIA

Código Estadual do Meio Ambiente, Lei Estadual N° 11.520 de 03.08.2000, p.106.

FOSTER, S. S. D., HIRATA, R. C. A., DANIEL, G., MONICA, D' E., e MARTA P. Avaliação da vulnerabilidade natural com base em dados pré- existentes.1993.

FOSTER, S. S. D; HIRATA, R. C. A; Protección de la calidad del Agua Subterránea 1ª Edição em espanhol, 2003, 115 p.

INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/ IBGE, Censo Demográfico do Rio Grande do Sul. 2000.

Lei Estadual Nr 9921, 27 -07-21993

Lei Federal 6938/1981, Política Nacional de Meio Ambiente, 331 Ago 81- SEMA, Brasília 1984 – Ministério do Interior Organizado por Roberto Átila Amaral Vieira. , 40 pg.

Lei Federal nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981, Secretaria Especial de Meio Ambiente, Brasília, p.40.

Manual de Policiamento Ambiental Ano 1996, p 252.

Mapa do Município de Cruz Alta – 1990- Escala 1:100. 000.

Plano Ambiental do Município de Cruz Alta/RS, Órgão Prefeitura Municipal de Cruz Alta, RS, Ano de 2004, 33 páginas.

Pró-Guaíba – Módulo – II-Anexo VI – Relação dos Municípios integrantes da Região Hidrográfica do Guaíba p4 – 2000.

Relatório Ambiental Nr 023/2º Pelotão Ambiental/2002, Relatório Interno, p.08.

Relatório Ambiental Nr 068/2º Pelotão Ambiental/2002, 10 páginas.

(ROCHA,2000).

Páginas Eletrônicas Visitadas

WREGGE, M. S. Agência Nacional de Águas (ANA) <[http:// www.Ana.gov.br](http://www.Ana.gov.br)>, visitada em 15.03.04

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS/CNRH <http://www.ANA.Resoluções.gov.br/>, Visitada em 2004.

CPRM; Cadastro de poços para água subterrânea no Brasil, <[http:// www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)>, SIAGAS. Acessada em 15.03.04

ABAS<[http:// www.abas.org.br/](http://www.abas.org.br/)>, acessada em 15.03.04

SEMA Relatório Anual de Recursos Hídricos no Rio Grande do Sul, <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/jsp/index.jsp>>, acessado em 15.03.04

SEMA Recursos hídricos, <[http:// www.sema.rs.gov.br/sema](http://www.sema.rs.gov.br/sema)>, visitada em 15.02.2004.

BRAULIO, M.R.S – Cemitério e Meio Ambiente. Monografia de Especialização em Gerenciamento Ambiental Universidade Católica Salvador Bahia, nº 18 páginas. Ano de 2002. <http://braulio.miranda@terra.com.br>

VIDAL, R. A. Herbicidas: Mecanismos de Ação e Resistência de Plantas. Ano de 1997, 165p, Porto Alegre.